

# FRIEDLICHE NUTZUNG DER KERNENERGIE

## 1. Atome und Isotope

Atome sind die kleinsten Bausteine der chemischen Elemente; bestehen aus Atomkern und Elektronenhülle; im Atomkern Protonen (positiv geladen, Anzahl bestimmend für chem. Verhalten des Elements) und Neutronen (elektrisch neutral, Anzahl kann für ein chem. Element verschieden sein, bestimmend für die physikalischen Eigenschaften).

Isotope sind Atome des gleichen chem. Elements mit unterschiedlicher Neutronenzahl (Beispiel Uran: 92 Protonen, 143 Neutronen oder 146 N., Massenzahl = Anz. der Protonen + Anz. d. Neutronen - Angabe zur Kennzeichnung des Isotops: Uran-235 bzw. Uran-238).

## 2. Kernspaltung (ein Beispiel)

Neutron + Uran  $\longrightarrow$  Uran  $\longrightarrow$  Cäsium + Rubidium + 2 Neutronen + Energie  
(Zwischenkern)

$n + U-235 \longrightarrow U-236 \longrightarrow Cs-140 + Rb-94 + 2n + \text{Energie}$

Bei der Spaltung schwerer Atomkerne wird ein Teil der in den Kernen gebundenen "Kernenergie" frei (Wärme, Strahlung). Die entstehenden Spaltprodukte sind radioaktiv, d.h. wandeln sich unter Abgabe von Strahlung in andere Atomkerne um (insgesamt im Reaktor mehrere Hundert Spaltprodukte).

## 3. Halbwertszeit

Die H. gibt an, nach welcher Zeitdauer von einer bestimmten Menge radioaktiver Atome die Hälfte zerfallen ist. Beispiele:

Isotop: Strontium-90 Jod-131 Cäsium-137 Krypton-85 Plutonium-239

HWZ: 29 Jahre 8 Tage 30 Jahre 11 Jahre 24 000 Jahre

## 4. Arten radioaktiver Strahlung

Art	Kennzeichnung	Reichweite in Gewebe	rel. biol. Wirkung (Gefährdung)
Alpha-S.	Atomkerne des Elements Helium (2 Prot., 2 Neutr. elektr. 2fach pos. geladen)	bis 0,1 Millimeter	20
Beta-S.	Elektronen (kl. Teilchen, einfach neg. geladen)	einige Millimeter	1
Gamma-S.	ähnlich Röntgenstrahlen, praktisch masselos	einige Zentimeter	1
Neutronen	ungeladene Teilchen	einige Zentimeter	10

## 5. Messung radioaktiver Belastung

gemessene Größe	Angabe	Maßeinheit
Radioaktivität	Anzahl der radioakt. Zerfälle pro Masse, pro Fläche usw.	1 Becquerel (Bq) = 1 Zerfall pro Sekunde
Energiedosis	Angabe der Energiemenge, die ein bestrahlter Körper aufnimmt	1 Gray (Gy) = 1 Joule pro Kilogramm
Äquivalentdosis	Berechnung der biol. Gefährdung aus der Energiedosis (Ed. x rel. biol. Wirkung)	1 Sievert (Sv) = 1 Gy x RDW (1 Sv = 100 rem -alte Maßeinheit-)

## 6. Wichtige Reaktortypen

### a) Druckwasserreaktor

Im Reaktordruckgefäß findet die Kernspaltung unter Wärmeentwicklung statt. Wasser durchströmt unter Druck den Reaktorkern (kein Verdampfen). Es dient gleichzeitig als Moderator, um die energiereichen "schnellen" Neutronen aus dem Kernzerfall abzubremesen) und als Kühlmittel zum Abführen der Wärme. Diese wird durch einen Wärmetauscher auf das Wasser eines zweiten Kreislafs übertragen.



Der dort entstehende Dampf treibt Turbinen und Generatoren zur Stromerzeugung an. Erst das Kühlwasser eines dritten Kreislaufer geht in die Umwelt (Fluß, See, Kühlturm)!

#### b) Schneller Brutreaktor

Der SBR ist unverzichtbar für die Rohstoffsicherung des Kernenergiezeitalters. Die beim Kernzerfall entstehenden "schnellen" Neutronen werden nicht gebremst. So dringen sie in die Atomkerne des normalerweise nicht spaltbaren Uran-238 ein (werden "eingefangen"). In mehreren Kernumwandlungen entsteht daraus Plutonium-239, das spaltbares Material für herkömmliche Reaktoren darstellt - das Spaltmaterial Plutonium wird "erbrütet". Als Wärmeüberträger dient in den ersten beiden Kreisläufen flüssiges Natriummetall.

#### 7.8. Technische Daten zu sowjetischen Druckwasserreaktoren in der DDR

		WWR-440 (Lubmin)	WWR-1000 (Stendal)
Leistung	~ elektrisch	440 MW	1 000 MW
	~ Wärme	1375 MW	3 000 MW
Wirkungsgrad		29,7 %	31,5 %
Arbeitsdruck		125 atm	160 atm
Kühlwassertemperatur		267 °C	288 °C
Reaktor- Druckgefäß	Höhe	11,2 m	10,8 m
	Durchmesser	3,6 m	4,2 m
Brennstoff Uranoxid			
Uranmenge		42 t	55 t
Brennstäbe		43 974	47 867
spaltbares U-235			2,8 %
äußere Sicherheitsbarriere		Naßkondensationsgeb.	Volldruckcontainment

- 26 Länder - 400 Reaktoren = 4000 Jahre Betriebszeit
- 1966 Rheinsberg - erstes KKW in DDR
- am Kernfusion forschen SU, USA, Japan
- Haushalte 1980 11,7% Anteil der Haushalte am  
1986 13,0% Gesamtenergieverbrauch
- KKW-Normalbetrieb: 1. Kreislauf hohe Radioaktivität,  
verschleppt sich bis in 3. Kreislauf  
in geringerer Konzentration
- Wärmeenergie = fast  $\frac{3}{4}$  des Energieverbrauchs
- stochastische Schäden - Häufigkeit des Strahleneempfanges erhöht  
stets Quantum im Körper,  
Empfang ist unauflöslich
- Anreicherung Wasser - 1  
Strand - 8  
Pflanze - 200
- Jod 131 - BRD ein Jahr im Körper angekommen - Schilddrüse (Milk)  
Knochenmark,  
Blut  
Plutonium - 300 g " - Knochen, Lunge, Leber
- von Bergbau bis Endlagerung mit einkalkuliertem Unfall Freisetzung von Radioakti-  
vität bei KKW 200 mal größer als bei Kohlekraftwerk gleicher Leistung
- Energieträger 34% Umwandlungsverlust  
2,2% Transport- u. Lagerverlust  
23% Nutzenergie

#### • Literatur:

- BT-Taschenlexikon „Radioaktivität“
- Enzyklopädie > Struktur d. Materie <
- Lindner > Atom- u. Kernphysik <
- Spickermann > Kernenergie <







1. Um welchen Betrag ist der Verbrauch an Elektroenergie in der DDR von 1960 bis 1984 gewachsen?  
 A) + 107 Prozent      ☒ B) + 54 Prozent      ☒ C) + 182 Prozent
2. Wie lange ist radioaktives Jod-131 gefährlich (Halbwertszeit 8 Tage)?  
 A) drei Wochen      B) ein halbes Jahr      C) 2 Monate
3. Wie lange reichen die Uranvorräte auf der Erde bei zunehmender Energieversorgung durch die heute üblichen Kernspaltungsreaktoren?  
 A) unbegrenzt      B) einige Jahrhunderte      ☒ C) einige Jahrzehnte <sup>W235</sup>
4. IM Reaktor von Tschernobyl kam es unter anderem zu einem Graphitbrand. Dient das Graphit in diesem Reaktortyp als  
☒ A) "Neutronenbremse" (Moderator)  
 B) biol. Abschirmung gegen radioaktive Strahlung  
 C) als Hilfs-Brennstoff bei Ausfall des Kernreaktors ?
5. Wir kochen Kartoffeln auf dem Elektroherd. Der Strom wird im Kraftwerk (durch Kohleverbrennung oder aus Kernspaltung) erzeugt. Wieviel von der Energiemenge, die ursprünglich im Brennstoff (Kohle, Uran) enthalten war, wird letztlich wirklich zum Garen der Kartoffeln genutzt?  
 A) 15 Prozent      B) 38 Prozent      ☒ C) 3 Prozent
6. Welchen Anteil am Gesamtenergiebedarf eines Einfamilienhauses kann man durch Anwendung "alternativer Energie" (Sonne, Wind, Bodewärme, Wärmepumpe...) decken?  
 A) ein Drittel      B) die Hälfte      ☒ C) drei Viertel
7. In welchem Umfang soll die Kraftwerksleistung der Kernkraftwerke in den RGW-Ländern bis zum Jahre 2000 gesteigert werden (1986 = 35 GW / 1 Gigawatt = 1 Million Kilowatt)?  
☒ A) 200 GW      B) 84 GW      C) 125 GW
8. Welche Art der Energieerzeugung ist am gefährlichsten?  
 A) Kohleverbrennung      B) Sonnenenergie      C) Kernenergie
9. Welcher Anteil an der Gebrauchsenergie (nutzbare Energieformen wie Kraftstoffe, Warmwasser, elektr. Strom) wurde 1980 in der DDR durch Kernenergie bereitgestellt?  
 A) ein Siebentel      B) ein Drittel      ☒ C) ein Fünfzigstel
10. Wenn wir in der DDR den erwarteten Energieverbrauch Mitte des nächsten Jahrhunderts vollständig allein durch Kernenergie decken wollen (Elektroenergie und Wärme) - wie viele Kernkraftwerke mit je 1000 MW elektrischer Leistung müßten wir bis dahin bauen und in Betrieb nehmen (1 Megawatt = 1000 Kilowatt)?  
☒ A) 79      B) 12      C) 28